

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000179503 A

(43) Date of publication of application: 27.06.00

(51) Int. Cl.

F15B 11/00
G06F 17/50

(21) Application number: 10375498

(22) Date of filing: 16.12.98

(71) Applicant: SMC CORP

(72) Inventor:
CHIYOU GOHEI
KURIHARA KOTARO
SENOO MITSURU
FUJITANI HIDEJI
KONEYAMA NAOTAKE

(54) SELECTION METHOD OF PNEUMATIC EQUIPMENT

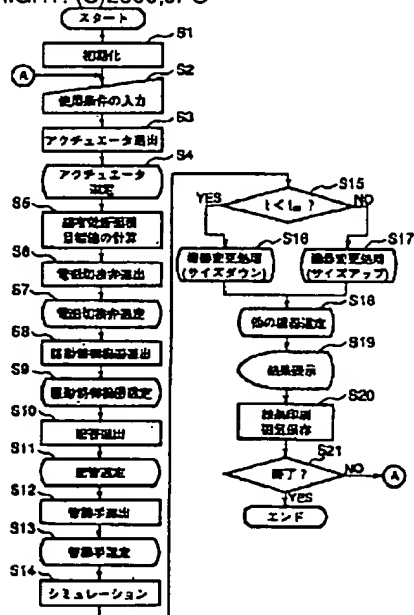
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To choose such equipments that will satisfy those of load, speed and strength conditions specified.

SOLUTION: This selection method of pneumatic equipment selects pneumatic equipments suited to calculated results by accumulating individual data at each item number on a pneumatic actuator, a solenoid valve and an exhaust processing apparatus in those of data bases for a pneumatic actuator, an solenoid valve, a drive controlling apparatus, and the exhaust processing apparatus, calculating a condition necessary for pneumatic equipments constituting the system. The pneumatic actuator satisfying those of load, strength and speed conditions on the basis of the calculation conformed to a basic equation at the first stage is selected from the pneumatic actuator data base, while the solenoid valve satisfying a discriminant of the speed condition at the second stage is selected from the solenoid valve data base and the exhaust processing apparatus data base, and then the drive controlling apparatus, the piping and pipe joint satisfying the discriminant of the speed condition at the third stage

are selected from the drive controlling apparatus data base and the piping data base, respectively.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-179503
(P2000-179503A)

(43) 公開日 平成12年 6月27日 (2000. 6. 27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
F 1 5 B 11/00		F 1 5 B 11/00	Z 3 H 0 8 9
G 0 6 F 17/50		G 0 6 F 15/60	6 5 0 C 5 B 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-375498

(22) 出願日 平成10年12月16日 (1998. 12. 16)

(71) 出願人 000102511

エスエムシー株式会社
東京都港区新橋 1 丁目16番 4 号

(72) 発明者 張 震平

茨城県筑波郡谷和原村網の台 4-2-2
エスエムシー株式会社筑波技術センター内

(72) 発明者 栗原 光太郎

茨城県筑波郡谷和原村網の台 4-2-2
エスエムシー株式会社筑波技術センター内

(74) 代理人 100100804

弁理士 堀 宏太郎 (外 1 名)

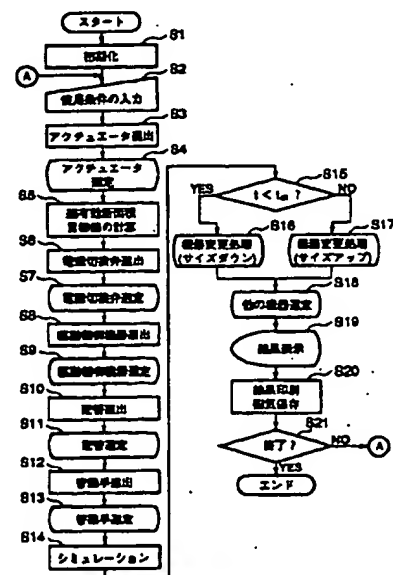
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気圧機器の選定方法

(57) 【要約】

【課題】 空気圧システムに用いる空気圧機器の選定方法において、指定された負荷条件、速度条件及び強度条件を満たす機器を選出することを第 1 目標とする。

【解決手段】 空気圧アクチュエータデータベース、電磁弁データベース、駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベース、排気処理機器データベースにそれぞれ空気圧アクチュエータ、電磁弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器に関する品番毎のデータを蓄積し、システムを構成する空気圧機器に必要な条件を計算し、その計算結果に適合した空気圧機器を各データベースから選定する空気圧機器の選定方法である。第 1 段階で基礎方程式に従った計算に基づいて負荷条件、強度条件及び速度条件を満たす空気圧アクチュエータを空気圧アクチュエータデータベースから選定し、第 2 段階で速度条件の判別式を満たす電磁弁を電磁弁データベース、排気処理機器データベースから選定し、第 3 段階で速度条件の判別式を満たす駆動制御機器、配管、管継手を駆動制御機器データベース及び配管データベースから選定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 空気圧アクチュエータデータベース、電磁切換弁データベース、駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベース、排気処理機器データベースにそれぞれ空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器に関する品番毎のデータを蓄積し、システムを構成する空気圧機器に必要な条件を計算し、その計算結果に適合した空気圧機器を各データベースから選定する空気圧機器の選定方法において、第1段階で基礎方程式に従った計算に基づいて負荷条件、強度条件及び速度条件を満たす空気圧アクチュエータを空気圧アクチュエータデータベースから選定し、第2段階で速度条件の判別式を満たす電磁切換弁を電磁切換弁データベース、排気処理機器データベースから選定し、第3段階で速度条件の判別式を満たす駆動制御機器、配管、管継手を駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベースからそれぞれ選定することを特徴とする空気圧機器の選定方法。

【請求項2】 指定されたシステムの応答時間に必要な、流体通路のすべての機器の総有効断面積の目標値を計算し、この目標値を有効断面積直列合成の式を用いて空気圧アクチュエータ以外の機器に振り分け、空気圧アクチュエータ以外の機器に重み係数を付与し、この係数を第2段階及び第3段階の判別式に組み込んだ請求項1記載の空気圧機器の選定方法。

【請求項3】 第1段階ないし第3段階で選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を用いて空気圧システムを構成し、空気圧システムの応答時間 t をシミュレーションにより求め、応答時間 t が指定された応答時間 t_{st} より短いか否かの判定を行い、応答時間 t が応答時間 t_{st} より短いときは電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器のそれぞれのサイズをダウンさせて応答時間 t を再度繰り返し算出し、応答時間 t が応答時間 t_{st} より長いときは電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器のそれぞれのサイズをアップさせて応答時間 t を再度繰り返し算出し、応答時間 t が応答時間 t_{st} より短かつ最も近いという条件を満たしつつ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の最小サイズを選定する請求項1又は2記載の空気圧機器の選定方法。

【請求項4】 第1段階ないし第3段階で選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を用いて空気圧システムを構成し、各機器のパラメータ及び使用条件を、シミュレーションによって空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の基礎方程式を連立して数値計算を行い、空気圧システムの動特性及び諸特性値を得る請求項1又は2記載の空気圧機器の選定方法。

【請求項5】 適宜の方法により選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を用いて空気圧システムを構成し、各機器のパラメータ及び使用条件を、空気圧機器の選定と兼用のシミュレーションによって、空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の基礎方程式を連立して数値計算を行い、空気圧システムの動特性及び諸特性値を得る特性計算方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空気圧システムについて、指定された条件を満たす最適の空気圧機器を選定する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ユーザーの指定する空気圧システム（切換弁からエアシリンダに至る端末システム）をつくるため、空気圧操作システム設計用計算尺（特公昭53-21320号公報参照）が考えられた。この計算尺は、複動シリンダのストローク移動時間を求める計算式、シリンダの出力を求める計算式、シリンダや配管の消費空気量を求める計算式、その他の計算式を満足するように、関係目盛を計算尺表裏の固定尺と滑尺に目盛り、カーソル操作を併用して、システム設計に必要な諸元を迅速に計算できるようにしたものである。このように、従来は、正確な動特性シミュレーションができなかったもので、前記の計算尺による近似的な簡易計算で機器を選定せざるを得なかった。そのため、機器選定の結果は、要求値を満たす確率が相当低く、最小の機器群でシステムを構成し、最小の消費エネルギーや最小のコストを実現させることは不可能であった。

【0003】現在、精度及び信頼性が高い計算方法を使用し、ユーザーが指定する条件を満たす最適機器群を迅速に選定する方法の開発が要請されている。そして、選定に際しては、①負荷条件（選定されたシステムが、指定された作動部（空気圧アクチュエータ）の負荷質量・推力、使用目的及び供給空気圧力等の入力条件に応えて、十分に作動できる力学的条件を満たすこと）、②速度条件（選定されたシステムが、指定された全ストローク時間内に空気圧アクチュエータの出力部材（例えばシリンダのピストン）がストロークエンドに到達できること）、③強度条件（選定されたシステムが、指定された負荷条件を満たし、空気圧アクチュエータの座屈、変形、破壊などが起こらないものであること）、④接続条件（選定されたシステムを構成する機器を正常に接続することができること）を満たすことが必要である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、空気圧システムに用いる空気圧機器の選定方法において、指定された負荷条件、速度条件及び強度条件を満たす機器を選定することを第1課題とし、指定された速度条件を満たす最

10

20

30

40

50

小サイズの機器を選定することを第2課題とし、適宜に選定された機器を用いた空気圧システムの特性を確認することを第3課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、空気圧アクチュエータデータベース、電磁切換弁データベース、駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベース、排気処理機器データベースにそれぞれ空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器に関する品番毎のデータを蓄積し、システムを構成する空気圧機器に必要な条件を計算し、その計算結果に適合した空気圧機器を各データベースから選定する空気圧機器の選定方法において、第1段階で基礎方程式に従った計算に基づいて負荷条件、強度条件及び速度条件を満たす空気圧アクチュエータを空気圧アクチュエータデータベースから選定し、第2段階で速度条件の判別式を満たす電磁切換弁を電磁切換弁データベースから選定し、第3段階で速度条件の判別式を満たす駆動制御機器、配管、管継手を駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベース、排気処理機器データベースからそれぞれ選定することを第1方法とする。本発明は、第1方法において、指定されたシステムの応答時間に必要な、流体通路のすべての機器の総有効断面積の目標値を計算し、この目標値を有効断面積直列合成の式を用いて空気圧アクチュエータ以外の機器に振り分け、空気圧アクチュエータ以外の機器に重み係数を付与し、この係数を第2段階及び第3段階の判別式に組み込んだことを第2方法とする。本発明は、第1・第2方法において、第1段階ないし第3段階で選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を用いて空気圧システムを構成し、空気圧システムの応答時間 t をシミュレーションにより求め、応答時間 t が指定された応答時間 t_{st} より短いのか否かの判定を行い、応答時間 t が応答時間 t_{st} より短いときは電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器のそれぞれのサイズをダウンさせて応答時間 t を再度繰り返し算出し、応答時間 t が応答時間 t_{st} より長いときは電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器のそれぞれのサイズをアップさせて応答時間 t を再度繰り返し算出し、応答時間 t が応答時間 t_{st} より短くかつ最も近いという条件を満たしつつ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の最小サイズを選定することを第3方法とする。本発明は、第1・第2方法において、第1段階ないし第3段階で選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を用いて空気圧システムを構成し、各機器のパラメータ及び使用条件を、シミュレーションによって空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の基礎方程式を連立して数値計算を行い、空気

圧システムの動特性及び諸特性値を得ることを第4方法とする。本発明は、適宜の方法により選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を用いて空気圧システムを構成し、各機器のパラメータ及び使用条件を、空気圧機器の選定と兼用のシミュレーションによって、空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の基礎方程式を連立して数値計算を行い、空気圧システムの動特性及び諸特性値を得ることを第5方法とする。

【0006】

【発明の実施の形態】図1～図10は本発明の空気圧機器の選定方法の実施の形態を示す。図1(a)は本発明の実施の形態の全体構想の説明図であり、図1(b)は本発明の実施の形態が対象とする空気圧システムの主要部の回路構成図である。図1(a)に示すように、本発明の実施の形態には、機器選定フローと特性計算フローがあり、機器選定と特性計算の両方を行うことができる。演算プログラムは、各機器のデータベースの情報を利用して、機器の仮選定、シミュレーション、サイズ変更が行われる。機器選定フローでは、使用条件の入力後に演算プログラムで機器の仮選定、シミュレーション、サイズ変更、シミュレーションが行われ、機器選定結果、諸特性値、動特性等の結果が出力される。

【0007】特性計算フローでは、適宜に選定された機器の品番及び使用条件を入力し、演算プログラムでシミュレーションを行い、諸特性値、動特性等の結果が出力される。機器選定フローでは機器が自動選定されるのに対して、特性計算フローではユーザーの好きな機器を適宜に選定し（自動選定された機器の一部を変更したものでもよい）、特性計算フローによって特性を確認し、特性計算フローを繰り返して好みの空気圧システムをつくることができる。また、特性計算フローによって、既存の空気圧システムの特性を調査することができ、希望ならば機器を変更することが可能である。

【0008】本発明の実施の形態で選出する機器は、図1(b)に示すように、流体圧アクチュエータ（エアシリンダ、エアモータ、ロッドレスシリンダ、揺動形アクチュエータ）、配管（チューブ）、管継手、駆動制御機器（スピードコントローラ（絞りとチェック弁を並列に接続したもの）、急速排気弁、電磁切換弁（マニホールド）、排気処理機器（サイレンサ）及び空気圧源から電磁切換弁に至る部分（減圧弁）である。機器選定のために予め、図1(b)に示す各種機器について、それらの品番（形式・シリーズ）毎に構造、機能、性能、大きさ、外観写真等の選定と計算上必要なデータを空気圧アクチュエータデータベース、電磁切換弁データベース、駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベース、排気処理機器データベースとして、計算機（パソコン）システムのハードウェアに蓄積しておく。

【0009】図2は、本発明の実施の形態の機器選定フローを示すフローチャートである。機器選定フローにおいて、機器の選定は3段階に分けて行われ、第1段階で空気圧アクチュエータ、第2段階で電磁切換弁、マニホールド、排気処理機器がそれぞれ選定され、第3段階で駆動制御機器、配管、管継手が選定される。最初に空気圧アクチュエータを選定する理由は、空気圧アクチュエータが直接負荷を移動させるものであり、他の機器に関係せず、負荷条件、強度条件及び速度条件（選定されたシステムが、指定された全ストローク時間内に空気圧アクチュエータの出力部材（例えばシリンダのピストン）がストロークエンドに到達できること）によって選定することができるからである。空気圧アクチュエータの選定後に、空気圧アクチュエータ以外の機器をシステムが速度条件を満たすように選定する。

【0010】図2のフローチャートに従って機器選定の方法について説明する。プログラムがスタートすると、ステップS1で初期化が行われ、入力図面の作成、表示、変数設定、メモリ割当、データベースとの接続などが行われる。ステップS2で操作者は、図3に例示したもの及びそれに類する使用条件を不図示の入力装置（パソコン）を用いて入力する。図3(a)の回路構成は、(a-1) 空気圧アクチュエータ、(a-3) 電磁切換弁・排気処理機器及びこれらの間の(a-2) 配管・管継手・駆動制御機器の3グループに分けられ、入力される。例えば、(a-1) 空気圧アクチュエータのグループの欄にシリンダ、一般、複動、片ロッドと入力すると、それに応じた略図画面が文字の側部に表示される。前記の一般をロッドレスとすればロッドレスシリンダが表示される。

【0011】(a-2) 配管・管継手・駆動制御機器のグループの欄に、例えばスピードコントローラ、メータアウト、急速排気弁不使用と入力すると、配管にメータアウト形のスピードコントローラが配設された図面が表示される。また、(a-3) 電磁切換弁・排気処理機器のグループの欄に、例えば単体直接配管形、2位置シングルと入力すると、配管に2位置電磁切換弁とサイレンサが接続された図面が表示される。このように、入力した事項に該当する図面が表示されるので、入力ミスを少なくすることができる。

【0012】図3(b)の全ストロークの欄にはストローク、動作方向、全ストローク時間、供給圧力、周囲温度等が入力され、図3(c)の配管の欄にはシリンダと電磁切換弁を結ぶ管路の全長（右、左）、駆動制御機器の配置（右、左）（シリンダからの距離）等が入力され、図3(d)の負荷の欄には質量、要求推力、取付角度、使用用途・負荷率、摩擦係数、摩擦の形態、ガイドの種類等が入力される。そして、負荷の欄へ負荷質量の大きさ、シリンダの取付角度等が入力され、それに対応した図面が表示される。

【0013】ステップS3で空気圧アクチュエータ（シ

リンダ）の選出が行われる。シリンダの選出は、プログラムされたシリンダ内径の計算式、シリンダ座屈の計算式、シリンダ横荷重の計算式及び図6(c)に示す基礎方程式をベースにして計算し、①負荷条件（選定されたシステムが、指定された空気圧アクチュエータ（シリンダ）の負荷質量・推力、使用目的及び供給空気圧力等の入力条件に応じて、十分に作動できる力学的条件を満たすこと）、②速度条件（選定されたシステムが、指定された全ストローク時間内に空気圧アクチュエータの出力部材（例えばシリンダのピストン）がストロークエンドに到達できること）、③強度条件（選定されたシステムが、指定された負荷条件を満たし、空気圧アクチュエータの座屈、変形、破壊などが起こらないものであること）を満たす最小サイズのシリンダをシリンダデータベースから検索する。

【0014】ステップS4で空気圧アクチュエータ（シリンダ）の選定が行われ、この選定は図4(a)に模式的に示すフローに従い、操作者がパソコンと対話形式で操作することにより行われる。すなわち、ステップS4-1でディスプレイに、ステップS3で選出されたシリンダのシリーズ名が表示される。操作者は選出されたシリンダの中から最適と考える希望のシリーズを選択し、ステップS4-2で入力装置を操作して選択結果を入力する。ステップS4-3で選択したシリンダの外観写真が表示され、操作者はそのシリンダでよいと判断したときはステップS4-4の判定でYESを選択し、よくないと判断したときはステップS4-4でNOを選択し、ステップS4-1へ戻す。

【0015】ステップS6～S13（電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手の選出・選定）は、ステップS14～S17（最適選定）のための初期値を決めるという仮選出・仮選定の意味を有する。各機器の有効断面積をできるだけ最適値に近づけ、最適選定における演算回数を少なくするために、ステップS5でシリンダ単体に対して総有効断面積の目標値を計算し（システムの応答時間は主にシリンダの流体通路上の機器の有効断面積で決められる）、その値を一定のルールで振り分け、各機器のサイズを決める。なお、JISのB0142の3220によれば、「バルブの有効断面積」とは、バルブの実流量に基づき、圧力の抵抗を等価のオリフィスに換算した計算上の断面積であり、空気圧弁の流れの能力の表示値として用いられている。この有効断面積は、ISO 6358の「音速コンダクタンス」(Sonic Conductance)と等価概念であるといえることができる。

【0016】ステップS5で総有効断面積の目標値 S_o' の計算を行う。総有効断面積の目標値 S_o' は、指定されたシステムの応答時間に必要な（応答時間が丁度指定応答時間になるときの）流体通路のすべての絞りの有効断面積の合成値（図5(1)式）であり、その計算方法は図4(b)のフロー（ステップS5-1からステップ

S5-5) に示されている。ステップS5-1では総有効断面積の目標値 S_o' の初期値としてのシリンダポートの有効断面積 S_{cyl} を入力する。ステップS5-2ではシミュレーションにより、 S_o' をシリンダポートの有効断面積として応答時間 t を計算する。ステップS5-3では計算する応答時間が指定応答時間の偏差 e に入っているか否かについて判定し、偏差 e に入っていると判定されたときは、ステップS5-5で目標値 S_o' が決定する。ステップS5-3で偏差 e に入っていないと判定されたときは、ステップS5-4で目標値 S_o' を比較的小さくしてステップS5-2に戻す。なお、図4(b)のフロー内の記号について、図10に説明が記載されている。

【0017】ステップS5で総有効断面積の目標値 S_o' が決まったので、図5(a)の有効断面積直列合成式(1)を用いて、総有効断面積の目標値 S_o' を空気圧アクチュエータ以外の機器にも振り分け、空気圧アクチュエータ以外の機器のサイズを決めることとする。以下に図4(c),(d)を例として説明する。総有効断面積の目標値 S_o' を各機器に適切に振り分けるため、各機器に図5(b)の各機器重み付けの式(2)により重みを付与することとする。

【0018】ステップS6で電磁切換弁の選出が行われ、電磁切換弁の有効断面積 S_2 が図5(c)の電磁切換弁判別式(3)の条件を満たす最小の電磁切換弁を、電磁切換弁データベースから選出する。なお、マニホールド及び排気処理機器(サイレンサ)は電磁切換弁に付属しているので、マニホールド及び排気処理機器の選出が必要なときは、電磁切換弁を選出し、更にマニホールド及び排気処理機器を選出する。ステップS7で電磁切換弁の選定を行うが、この選定はステップS4と同様に、シリーズ別該当電磁切換弁の表示、電磁切換弁の選択、外観写真表示、判定の順に行われる。

【0019】ステップS8で駆動制御機器の選出が行われ、駆動制御機器の有効断面積 S_3 が図5(c)の駆動制御機器判別式(4)の条件を満たす最小の駆動制御機器を、駆動制御機器データベースから選出する。ステップS9で駆動制御機器の選定を行うが、この選定はステップS4と同様に、駆動制御機器(スピードコントローラ、急速排気弁)の表示、駆動制御機器の選択、外観写真表示、判定の順に行われる。

【0020】ステップS10で配管の選出が行われ、配管の有効断面積 S_4 が図5(c)の配管判別式(5)、 $i=4$ の条件を満たす最小の配管を配管データベースから選出する。ステップS11で配管の選定を行うが、この選定はステップS4と同様に、シリーズ別配管の表示、配管の選択、外観写真表示、判定の順に行われる。

【0021】ステップS12で管継手の選出が行われ、管継手の有効断面積 S_5 が図5(c)の配管判別式(5)、 $i=5$ の条件を満たす最小の管継手を管継手データベ

スから選出し、さらに選出された管継手が接続する機器及び配管と正常に接続できるという接続条件を満たすものを選出する。ステップS13で管継手の選定を行うが、この選定はステップS4と同様に、シリーズ別配管の表示、配管の選択、外観写真表示、判定の順に行われる。

【0022】ステップS3～S13によって選定された空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の品番、図3の回路構成及び図3に例示したもの及びそれに類する使用条件がステップS14のシミュレーションに入力される。ステップS14のシミュレーションでは、図6及び図7に示すシリンダ(空気圧アクチュエータ)、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、継手等の基礎方程式を連立して数値計算を行う。ステップS14のシミュレーションにより、選定されたシステムの応答時間 t その他の諸特性値及び動特性が得られる。

【0023】図6(a)に示す空気圧システムの物理モデルにおいて、図6(b)の絞りの基礎方程式として、絞りの通過流量 G は式(1a)、(1b)で表され、式(1a)、(1b)から電磁切換弁、駆動制御機器、管継手等の通過流量の式が得られる。空気の温度変化を考慮すると、図6(c)のエアシリンダの基礎方程式として、エアシリンダについて状態方程式(2)～(4)、エネルギー方程式(5)～(7)及び運動方程式(8)が成り立つ。

【0024】図7(a)の管路モデルについて、図7(b)管路(配管)の基礎方程式は連続式(9)、状態方程式(10)、運動方程式(11)及びエネルギー方程式(12)として表される。図7(c)のように管路を n 個に分割して、 i 番目の要素について考えると基礎方程式は連続式(13)、状態方程式(14)、運動方程式(15)及びエネルギー方程式(16)として表される。なお、図6及び図7に示す基礎方程式の記号及び添字については、図10に説明が記載されている。

【0025】ステップS15で、選定されたシステムの応答時間 t が指定された応答時間 t_{st} より短いのかの判定を行い、YESのときはステップS16へ進み、NOのときはステップS17へ進む。

【0026】ステップS15でYESの判断をされたときは、少なくともステップS6～S13で選定した機器のサイズには余裕があるので、指定時間に最も近いところまで機器のサイズをダウンしていく。つまり、ステップS15では、①空気圧アクチュエータ以外の機器(電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器)の一番大きい方からサイズダウンを行い、②サイズダウン後、良くなったら、一番大きい方からサイズダウンを継続し、③ある機器のサイズが下限になったとき、この機器をサイズダウン対象から除外し、他の機器のサイズダウンを継続し、サイズダウンの対象機器がなくな

ったとき、それまでの結果を最終結果とし、④ある機器のサイズダウンによって初めてステップS15の判定がNOとなった場合、機器変更処理を終了し、その直前の結果を最終結果とする。

【0027】ステップS15でNOの判断をされたときは、少なくともステップS6～S13で選定した機器のサイズは小さすぎるので、指定時間に最も近いところまで機器のサイズをアップしていく。つまり、ステップS17では、①空気圧アクチュエータ以外の機器（電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器）の一番小さい方からサイズアップを行い、②サイズアップ後、悪くなったときは直前の値に戻し、次のサイズアップでこの機器を除外し、③ある機器のサイズが上限になったとき、対応機器は存在しないので選定を中止し、④電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手の中の最小有効断面積が、空気圧アクチュエータの有効断面積の所定数倍になった場合は選定を中止し、⑤ある機器のサイズアップによって、初めてステップS15の判定がYESとなった場合、機器変更処理を終了し、そのときの結果を最終結果とする。

【0028】ステップS14～S17の最適選定により、空気圧アクチュエータが選定されたという前提のもとで、指定された応答時間を満たしつつ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手及び排気処理機器の最小サイズが選定されることとなる。

【0029】次にステップS18で他の機器（例えば、電磁切換弁と空気圧アクチュエータとの間に配置される各種の圧力制御弁、電磁切換弁と空気圧源との間の配管、減圧弁）の選定が行われる。必要な場合は、ステップS4と同様に、各機器の表示、外観写真表示、判定を

行うことができる。

【0030】ステップS19で選定結果を図8のように表示する。表示内容は、先ず図8(a)に図3と同様の入力条件が示され（詳細図省略）、図8(b)に選定された機器の品番、図8(c)に諸特性値（ここに結露の状態を示すようにしてもよい）、図8(d)に動特性曲線等が示される。ステップS20で選定結果を印刷し、磁気保存を行う。

【0031】ステップS21で終了か否かを判断し、NOと判断したときはAをとおしてステップS2へ戻り、ステップS21でYESと判断したときはエンドとなる。

【0032】図1(a)に示すように、本発明の実施の形態では、空気圧システムの特性計算を行うことができる。特性計算フローでは、適宜に選定された機器の品番（図9(b)参照）を入力するのみでなく、図9(a)に示すように回路構成、負荷の状態及び使用条件（全ストロークに関して、配管、負荷）を入力する。入力情報に基づいて、演算プログラムでシミュレーション（図2のステップS14と同じ）を行い、諸特性値、動特性等の結

果が出力され、その表示は図8(a),(c),(d)と同様である。

【0033】

【発明の効果】請求項1記載の方法は、空気圧システムに指定された負荷条件、速度条件及び使用条件を満たす空気圧アクチュエータを基礎方程式に従って計算し、速度条件を満たす電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器を計算し、その計算結果に適合した空気圧機器をデータベースから選定する。指定された負荷条件、速度条件及び強度条件を満たす機器が自動的に選定され、しかも計算結果の正確性及び信頼性が高い。請求項2記載の方法は、流体通路のすべての絞りの総有効断面積の目標値を計算し、この目標値を有効断面積直列合成の式を用いて空気圧アクチュエータ以外の機器に振り分け、空気圧アクチュエータ以外の機器に重み係数を付与して計算するので、最初の計算から最適値に近い計算結果が得られ、最終的選択に至る所要時間が短縮化される。

【0034】請求項3記載の方法は、システムの応答時間 t が指定された応答時間 t_{st} より短いかな否かの判定を行い、応答時間 t が応答時間 t_{st} より短いときは電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器のそれぞれのサイズをダウンさせて応答時間 t を再度繰り返し算出し、応答時間 t が応答時間 t_{st} より長いときは電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器のそれぞれのサイズをアップさせて応答時間 t を再度繰り返し算出し、応答時間 t が応答時間 t_{st} より短くかつ最も近いという条件を満たしつつ、電磁切換弁、駆動制御機器及び配管の最小サイズを選定する。従って、指定された速度条件を満たす最小サイズの機器が選出される。

【0035】請求項4記載の方法は、各機器のパラメータ及び使用条件を、シミュレーションによって空気圧アクチュエータ、電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手、排気処理機器の基礎方程式を連立して数値計算を行い、空気圧システムの動特性及び諸特性値を得るので、計算結果の精度及び信頼性が高く、ユーザーが指定する条件を満たす最適機器群を迅速に選定することができる。また、請求項5の方法により、適宜に選定された機器を用いた空気圧システムの特性を確認することができる。

【0036】本発明では、使用条件の入力とは別に、シリンダデータベース、電磁切換弁データベース、駆動制御機器データベース、配管データベース、管継手データベース、排気処理機器データベースを更新したり追加したりすることができる。そのため、最新のデータを利用することができ、また新しい機種データを追加することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は本発明の実施の形態の全体構想の説

明図であり、図1(b)は本発明の実施の形態が対象とする空気圧システムの主要部の回路構成図である。

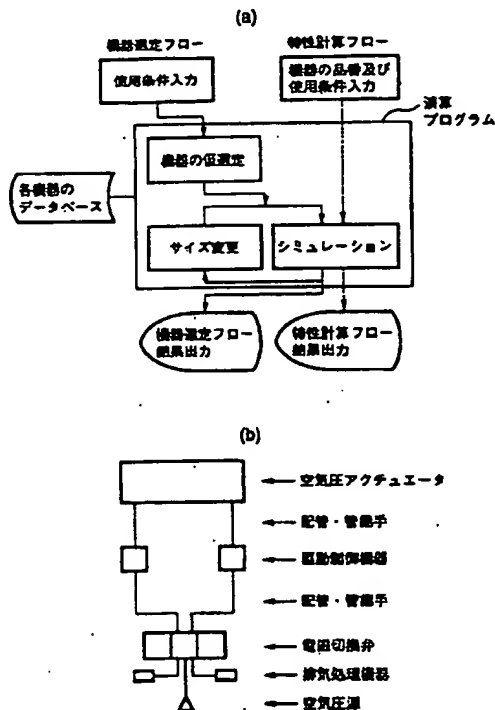
【図2】本発明の実施の形態の機器選定フローを示すフローチャートである。

【図3】図2のステップS2の使用条件を示す図である。

【図4】図4(a)は図2のステップS4等の機器選定のフローを示す図であり、図4(b)は総有効断面積の目標値を求めるためのフローであり、図4(c)は空気圧システムの一例の回路構成を示す図であり、図4(d)は有効断面積の合成の説明図である。

【図5】電磁切換弁、駆動制御機器、配管、管継手等の

【図1】



機器を選出するための基礎方程式である。

【図6】図2のステップS14のシミュレーションに用いられる絞り及びエアシリンダの基礎方程式を示す図である。

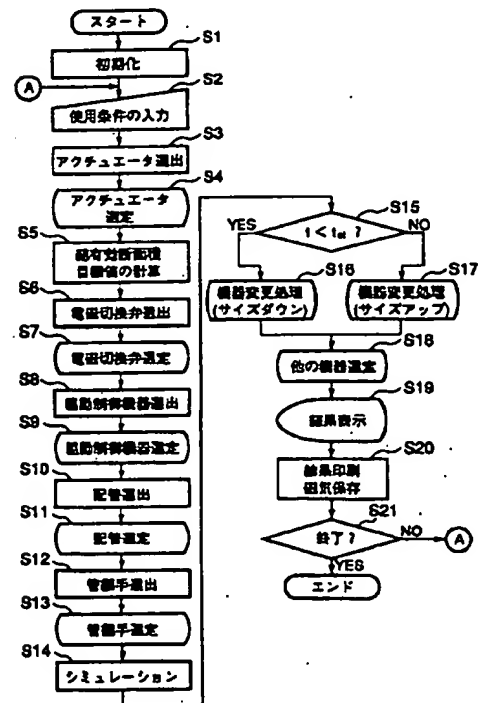
【図7】図2のステップS14のシミュレーションに用いられる管路の基礎方程式を示す図である。

【図8】図2のステップS19の結果表示を示す図である。

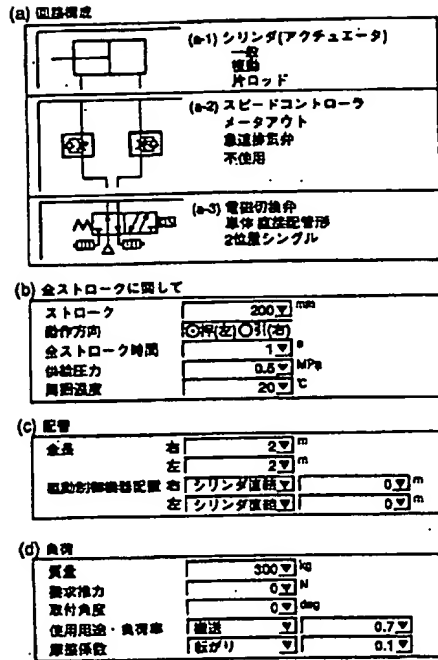
【図9】図1の特性計算フローの「機器の品番及び使用条件の入力」を示す図である。

【図10】図6・図7の基礎方程式等に用いられた記号及び添字の説明図である。

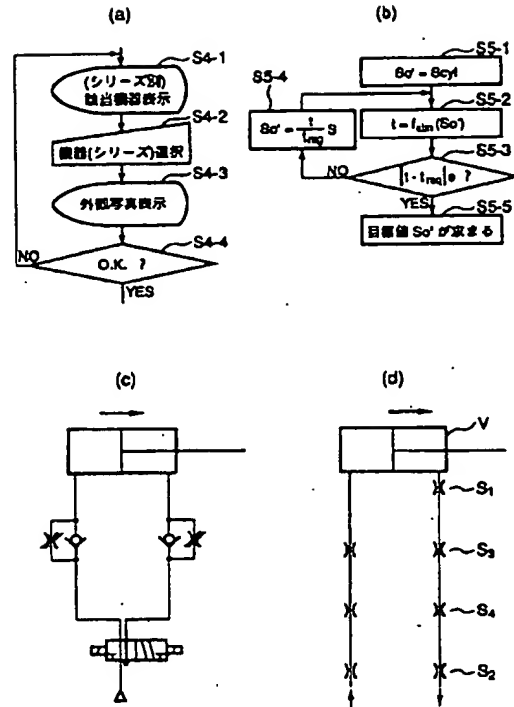
【図2】



【図3】



【図4】



【図9】

(a) 入力条件
(図3(a)～図3(d)と同様)

(b) 使用機器

機器	品名	管理号
シリンダ	MBL50-200	KQL08-02S
電磁切換弁	8Y7120-□□□□-02	KQL08-02S
マニホールド		
サイレンサ	AN200-02	
駆動制御機器	A83200-03	KQL08-03S
	A53200-03	KQL08-03S
配管	TO808	

【図5】

(a) 有効断面積重畳合成式

$$\frac{1}{S_0^m} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i^m} \quad (1)$$

 $m=2\sim3$ $n=3\sim$

(b) 各部設置み付けの式

$$S_1 = k_1 S_2 \quad (2)$$

 $l=3\sim n$

(c) 判別式

$$S_2 \geq f_2(S_0, S_1, k_1, \dots, k_n) \quad (3)$$

$$S_3 \geq f_3(S_0, S_1, S_2, k_1, \dots, k_n) \quad (4)$$

$$S_n \geq f_n(S_0, S_1, \dots, S_{n-1}, k_1, \dots, k_n) \quad (5)$$

l=1 アクチュエータ

l=2 電磁切換弁

l=3 駆動制御機構

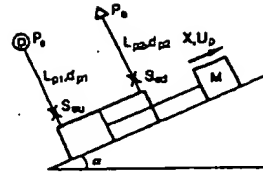
l=4 配管

l=5 管継手

l=6 接続処理機構

【図6】

(a)



(b) 絞りの基礎方程式

$$Q = S_0 P_0 \sqrt{\frac{2x}{R\theta(x-1)}} \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} - \left(\frac{P_2}{P_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right] \quad P_1/P_0 \geq 0.528 \quad (1a)$$

$$Q = S_0 P_0 \sqrt{\frac{2x}{R\theta(x+1)}} \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} - \left(\frac{P_2}{P_0} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \right] \quad P_1/P_0 > 0.528 \quad (1b)$$

(c) エアシリンダの基礎方程式

$$PV = wR\theta \quad (2)$$

$$\frac{dP_d}{dt} = \frac{1}{V_d} \left(\frac{P_d V_d}{A_d} \frac{dA_d}{dt} + R\theta_d Q_d - P_d \frac{dV_d}{dt} \right) \quad (3)$$

$$\frac{dP_u}{dt} = \frac{1}{V_u} \left(\frac{P_u V_u}{A_u} \frac{dA_u}{dt} + R\theta_u Q_u - P_u \frac{dV_u}{dt} \right) \quad (4)$$


$$\frac{1}{dt} (C_p w \theta) = Q + C_p \theta \theta_1 + P \frac{dV}{dt} \quad (5)$$

$$\frac{d\theta_d}{dt} = \frac{1}{C_p w \theta} \left\{ S_{m1} \lambda_1 (\theta_s - \theta_d) + R\theta_d Q_d - P_d \frac{dV_d}{dt} \right\} \quad (6)$$

$$\frac{d\theta_u}{dt} = \frac{1}{C_p w \theta} \left\{ S_{m2} \lambda_2 (\theta_s - \theta_u) + C_p Q_u \theta_1 - C_p Q_d \theta_1 - P_u \frac{dV_u}{dt} \right\} \quad (7)$$

$$運動方程式: M \frac{dU}{dt} = P_1 S_0 - P_2 S_0 + P_0 (S_0 - S_u) - Mg \sin \alpha - \alpha \mu - F_d \quad (8)$$

【図7】

(a) 

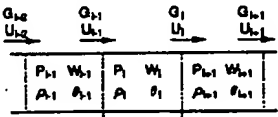
(b) 質量の基礎方程式

連続式
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial u}{\partial x} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} = 0 \quad (9)$$

状態方程式
$$\rho \frac{dP}{dt} = R \rho \frac{dw}{dt} \rightarrow w R \frac{dP}{dt} \quad (10)$$

運動方程式
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + f = 0 \quad (11)$$

エネルギー方程式
$$\Delta E_p = E_1 - E_2 + L_1 \cdot L_2 \cdot Q \quad (12)$$

(c) 

管路摩擦数モデル

(d) 基礎方程式の離散化

連続式
$$\frac{\partial w_1}{\partial t} = G_{11} - G_1 \quad (13)$$

状態方程式
$$\frac{dP_1}{dt} = \frac{R \rho_1}{V} (G_{11} - G_1) + \frac{R w_1}{V} \frac{dP_1}{dt} \quad (14)$$

運動方程式
$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{P_1 - P_2}{\rho \Delta x} - \frac{1}{2} u_1 |u_1| - \frac{1}{2} u_2 \frac{\partial u_1}{\partial x} \quad (15)$$

エネルギー方程式
$$\frac{dE_1}{dt} = \frac{1}{C_p w_1} \left[E_1 - E_2 + L_1 \cdot L_2 \cdot Q - \frac{1}{2} C_p w_1 \left(\frac{u_1^2 + u_2^2}{2} \right) \right] \quad (16)$$

【図8】

(a) 入力条件
(図3(a)～図3(d)と同様)

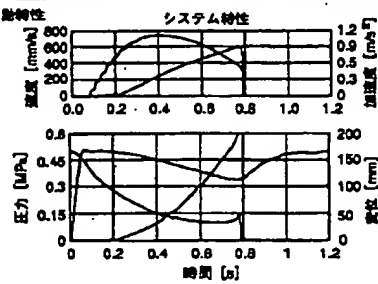
(b) 機器選定結果

機器	品名	管理手
シリンダ	MBL50-200□	KQ1.08-02S
電磁切換弁	8Y7120-□□□□-02□	KQ1.08-02S
マニホールド		
サイレンサ	AN200-02	
駆動制御装置	AS3200-03	KQ1.08-03S
	AS3200-03	KQ1.08-03S
配管	TO806□	

(c) 設計値

全ストローク時間	0.780 s
始動時間	0.084 s
平均速度	253 mm/s
最大速度	598 mm/s
加速速度	598 mm/s ²
最大加速度	1.12 m/s ²
最高圧力	0.514 MPa
往復空気消費量	4.88 dm ³ (ANR)
所要空気量	176.8 dm ³ /min(ANR)

(d) 特性



【図10】

【記号】

 S : 断面積 C : 粘性摩擦係数 C_v : 定積比率 d : 管路内径 F_q : 最大静止摩擦力 G : 質量流量 h : 熱伝達率 M : 負荷質量 P : 圧力 P_a : 大気圧 P_s : 供給圧 R : ガス定数 S_a : 絞りの有効断面積 S_h : 伝熱面積 t : 時間 u : 管内流速 V : 容積 w : 空気質量 z : 管路座標 θ : 温度 θ_a : 大気温度 κ : 比熱比 ρ : 空気密度 ΔE_s : 系内に新たに蓄積されるエネルギー E_1, E_2 : 流体により出入りする全エネルギー L_1, L_2 : 流体が系及び外部にする流動仕事 Q : 熱伝達により流入するエネルギー L : 配管の長さ、流体が系及び外部にする流動仕事 P_l : 絞りの下流の圧力 p_h : 絞りの上流の圧力 t_{req} : 指定応答時間 S_o^m : 総有効断面積の目標値

【添字】

 d : 放出側 u : 充填側 p : 管路

【手続補正書】

【提出日】平成11年3月18日(1999. 3. 1

8)

【手続補正1】

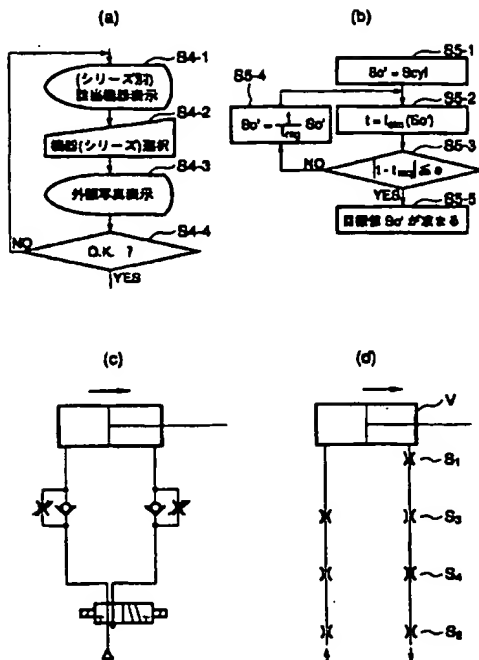
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 妹尾 満

茨城県筑波郡谷和原村絹の台4-2-2
エスエムシー株式会社筑波技術センター内

(72)発明者 藤谷 秀次

茨城県筑波郡谷和原村絹の台4-2-2
エスエムシー株式会社筑波技術センター内

(72)発明者 小根山 尚武

茨城県筑波郡谷和原村絹の台4-2-2
エスエムシー株式会社筑波技術センター内

Fターム(参考) 3H089 BB30 GC03

5B046 JA09 KA05